

WEST

Generate Collection

Print

L5: Entry 6 of 21

File: JPAB

Aug 12, 1997

PUB-NO: JP409208995A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09208995 A

TITLE: METHOD OF CLEANING WITH PURE WATER

PUBN-DATE: August 12, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NISHI, KAZUYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MINOLTA CO LTD

APPL-NO: JP08316061

APPL-DATE: November 27, 1996

INT-CL (IPC): C11 D 7/50; B08 B 3/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To sufficiently clean the surface of an article to be cleaned, such as an optical part, while maintaining a good appearance free from latent injuries, by heating pure water having a specific resistivity and subsequently immersing the article in the heated water.

SOLUTION: This method for cleaning an article to be cleaned with pure water comprises setting the resistivity of the pure water to 0.5-5.0M Ω cm, heating the pure water to 40-80°C, immersing the article in the heated water, lifting the article and subsequently drying the cleaned article. The method can prevent ion residues from remaining on the surface of the article and latent injuries from increasing on the surface due to chemical attacks. The method for cleaning the article preferably comprises (a) a process for defatting (1, 2 tanks), (b) a process for replacing with an aqueous system (3, 4 tanks), (c) a process for finishing the cleaning (5, 6, 7 tanks), (d) a process for roughly rinsing the cleaned article (8, 8, 10 tanks), (e) a processing for finishing the rinsing (11 tank), (f) a process for immersing the rinsed article in warm pure water (12 tank), (g) a process for lifting the article (12 tank) and (h) a process for drying the article (13, 14, 15 tanks).

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-208995

(43) 公開日 平成9年(1997)8月12日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 1 1 D	7/50		C 1 1 D	7/50
B 0 8 B	3/04		B 0 8 B	3/04
				Z

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全9頁)

(21) 出願番号 特願平8-316061

(22) 出願日 平成8年(1996)11月27日

(31) 優先権主張番号 特願平7-307755

(32) 優先日 平7(1995)11月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 西 和幸

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

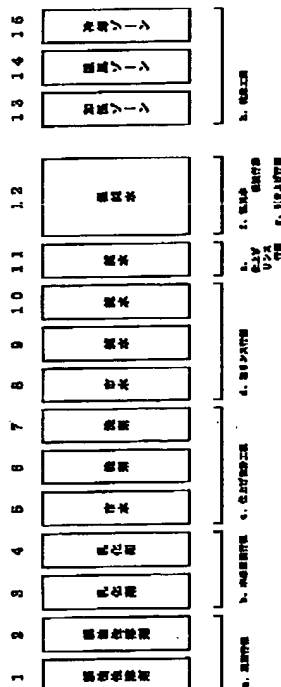
国際ビル ミノルタ株式会社内

(54) 【発明の名称】 純水を用いた洗浄方法

(57) 【要約】

【課題】 部品または製品の洗浄方法に関し、特に光学部品の洗浄方法において、潜傷を緩和すると同時に、コスト削減を達成した洗浄方法を提供する。

【解決手段】 洗浄工程の温純水浸漬工程において使用する純水の比抵抗値を0.5～5.0MΩ・cmとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定温度に加温した純水に被洗浄物を浸漬した後、該純水から被洗浄物を引上げることにより、被洗浄物の表面を洗浄する純水を用いた洗浄方法であって、

前記純水の比抵抗値が $0.5 \sim 5.0 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする純水を用いた洗浄方法。

【請求項2】 更に前記純水の比抵抗値が略 $0.5 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする請求項1記載の純水を用いた洗浄方法。

【請求項3】 更に前記純水の温度が $40 \sim 80^\circ \text{C}$ であることを特徴とする請求項1記載の純水を用いた洗浄方法。

【請求項4】 更に前記純水の温度が略 40°C であることを特徴とする請求項2記載の純水を用いた洗浄方法。

【請求項5】 更に前記純水中に含まれる $0.3 \mu\text{m}$ 径の粒子数が $100 \text{ 個}/\text{ml}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の純水を用いた洗浄方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、純水を用いた部品または製品の洗浄方法に関し、特に純水を用いた光学部品の洗浄方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、環境保護の観点から、純水を用いて光学部品を洗浄する方法が各種提案されている。従来の純水を用いた洗浄方法の一例を、図1のフローを参照して説明する。図1に示す洗浄方法の各工程は、以下の通りである。

【0003】a. 脱脂工程

被洗浄物をエチレン類に浸漬することにより、油脂系の汚れ（ヒッチ、保護膜、切削油など）を除去する工程。

【0004】b. 水系置換工程

被洗浄物を乳化剤に浸漬することにより、前記a. 脱脂工程の油分が、後述する仕上げ洗浄工程に入るのを防ぐ工程。

【0005】c. 仕上げ洗浄工程

被洗浄物を洗剤に浸漬することにより、親水性の汚れを除去する工程。

【0006】d. 粗リンス工程

被洗浄物を純水に浸漬することにより、前記c. 仕上げ洗浄工程の残留物を除去する工程。使用される純水の比抵抗は、 $10.0 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上である。

【0007】e. 仕上げリンス工程

被洗浄物を純水に浸漬することにより、被洗浄物面に付着または残留している微粒子及びイオンを除去する工程。使用される純水の比抵抗は $10.0 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上である。

【0008】f. 温純水浸漬工程

被洗浄物を加温された温純水に浸漬する工程。被洗浄物であるガラス表面の乾燥を均一に行える表面張力を得られる温度まで加温する。使用される純水の比抵抗は $10.0 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ である。

【0009】g. 引き上げ工程

上記の工程で使用された純水から被洗浄物を引き上げる工程。前記f. 温純水浸漬工程にて保持されている温度で、均一に液切りが可能な速度で引き上げる。

【0010】h. 乾燥工程

10 温風ゾーンと、冷却ゾーンよりなり、上記温純水から引き上げられた被洗浄物及び被洗浄物を保持する治具に残っている水分を蒸発させる工程。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の洗浄方法では、被洗浄物、特にガラス部品の表面に化学的ダメージ（潜傷）が発生することがあった。また、従来の洗浄方法では高価な純水を使用しているため、コストアップを招来していた。

20 【0012】本発明は、上記課題に鑑み、被洗浄物の表面を十分に洗浄できるとともに、潜傷が付きにくく、低コストな洗浄方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の純水を用いた洗浄方法は、所定温度に加温した純水に被洗浄物を浸漬した後、該純水から被洗浄物を引上げることにより、被洗浄物の表面を洗浄する純水を用いた洗浄方法であって、前記純水の比抵抗値が $0.5 \sim 5.0 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする。

30 【0014】また、請求項2記載の洗浄方法は、請求項1記載の純水を用いた洗浄方法において、更に前記純水の比抵抗値が略 $0.5 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ であることを特徴とする。

【0015】また、請求項3記載の洗浄方法は、請求項1記載の純水を用いた洗浄方法において、更に前記純水の温度が $40 \sim 80^\circ \text{C}$ であることを特徴とする。

【0016】また、請求項4記載の洗浄方法は、請求項2記載の純水を用いた洗浄方法において、更に前記純水の温度が略 40°C であることを特徴とする。

40 【0017】また、請求項5記載の洗浄方法は、請求項1記載の純水を用いた洗浄方法において、更に前記純水中に含まれる $0.3 \mu\text{m}$ 径の粒子数が $100 \text{ 個}/\text{ml}$ 以下であることを特徴とする。

【0018】

【作用】本発明方法によると、所定温度に加温した純水に被洗浄物を浸漬した後、該純水から被洗浄物を引き上げる工程において使用する純水の比抵抗値を $0.5 \sim 5.0 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ とすることにより、潜傷の無い良好な外観を維持することができる。使用する純水の比抵抗値が $0.5 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ を下回ると、表面にイオン残差が残り、50 ガラス表面に施されるコート信頼性が確保できない。

また使用する純水比抵抗値が $5.0\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上では、ガラス表面に対するケミカルアタック（イオン交換、エッチングなど）が強くなり、潜傷を増加させる。いずれも目的とする光学表面が得られ無くなってしまふ。同時に、純水の製造が簡単になるため純水製造コストを低減（ $1/2$ ）することができる。

【0019】特に $0.5\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 程度まで下げることにより、化学ダメージ（潜傷）を極力排除することが出来る。

【0020】さらに、前記純水の温度を $40\sim 80^{\circ}\text{C}$ にすることにより、いっそう良好な外観を維持することができる。 40°C を下回ると外観限界になってしまふ。 80°C 以下とすることにより、温純水用ヒータの電力を削減（ $1/2$ ）することができる。

【0021】さらに、 40°C 程度まで下げることにより、潜傷の無い良好な外観を得ることが出来る。

【0022】さらに、前記純水中に含まれる $0.3\mu\text{m}$ 径の粒子数を $100\text{個}/\text{ml}$ 以下とすることにより、最終的な乾燥状態で、光学部品の表面の汚れや、しみ、やけを極力排除して、洗浄が達成される。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明に係る洗浄方法の一実施形態を、図1、図2を参照して説明する。本実施形態において、各工程に付された名称は、先述した従来の洗浄方法と同一であるので、従来例で説明した図1のフローチャートを、本実施形態の説明にも使用する。また、図2は実際の洗浄を行う処理槽を示す模式図である。

【0024】〔洗浄方法の各工程〕本実施形態の洗浄方法も、図1に示した従来の洗浄方法と同様に、順に、
a. 脱脂工程（1, 2槽）、b. 水系置換工程（3, 4槽）、c. 仕上げ洗浄工程（5, 6, 7槽）、d. 粗リンス工程（8, 9, 10槽）、e. 仕上げリンス工程（11槽）、f. 温純水浸漬工程（12槽）、g. 引上げ工程（12槽）、h. 乾燥工程（13, 14, 15槽）の8工程からなる。なお、各工程に付した槽の番号は、図2の処理槽の番号に対応する。各工程で行う処理の内容は、以下の通りである。

【0025】a. 脱脂工程

本工程は、被洗浄物をエチレン類（パークロルエチレン、テトラクロロエチレンなどの親油溶剤）に浸漬することにより、油脂系の汚れ（ピッチ、保護膜、切削油など）を除去する工程である。本実施形態の場合、被洗浄物を1槽及び2槽に充たされた、パークロルエチレンに、順次、浸漬することにより行われる。

【0026】b. 水系置換工程

本工程は、被洗浄物を乳化剤に浸漬することにより、前記a. 脱脂工程の油分が、後述する仕上げ洗浄工程に入るのを防ぐ工程である。本実施形態の場合、被洗浄物を3槽及び4槽に充たされた、乳化剤に、順次、浸漬することにより行われる。

【0027】c. 仕上げ洗浄工程

本工程は、被洗浄物を洗剤に浸漬することにより、前記a. 脱脂工程、及びb. 水系置換工程の残留物及び親水性の汚れを除去する工程である。本実施形態の場合、被洗浄物を5槽に充たされた、市水（通常の水道水）に浸漬した後、6槽及び7槽に充たされた洗剤に、順次、浸漬することにより行われる。

【0028】d. 粗リンス工程

本工程は、被洗浄物を純水に浸漬することにより、前記c. 仕上げ洗浄工程の残留物を除去する工程である。本実施形態の場合、被洗浄物を8槽に充たされた、市水に浸漬した後、9槽及び10槽に充たされた、水温 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、比抵抗 $0.5\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ の純水に、順次、浸漬することにより行われる。純水の比抵抗を、上記の通り設定することにより、被洗浄物の表面に対するケミカルアタックを軽減させることができ、潜傷を発生させるにくくすることができる。

【0029】e. 仕上げリンス工程

本工程は、被洗浄物を純水に浸漬することにより、被洗浄物面に付着または残留している微粒子及びイオンを除去する工程である。本実施形態の場合、被洗浄物を11槽に充たされた、水温 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、比抵抗 $0.5\sim 5.0\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 、 $0.3\mu\text{m}$ 径の粒子数が $100\text{個}/\text{ml}$ 以下の各条件を満足する純水に浸漬することにより行われる。純水の比抵抗を、上記の通り設定することにより、被洗浄物の表面に対するケミカルアタックを軽減させることができ、潜傷を発生させるにくくすることができる。

【0030】また、本実施形態では、純水中の $0.3\mu\text{m}$ 径の粒子数を $100\text{個}/\text{ml}$ 以下としているため、本工程において、被洗浄物表面から除去された微粒子が再び表面に付着することを防ぐことができる。

【0031】さらに、本実施形態では、本工程において超音波を印加しないことを特徴としている。本実施形態では、純水中の粒子数を非常に少なくしているため、超音波を印加するとかえって粒子を誘発することになり望ましくない。

【0032】f. 温純水浸漬工程

本工程は、被洗浄物を加温された温純水に浸漬する工程である。ここで、被洗浄物であるガラス表面の乾燥を均一に行える表面張力を得られる温度まで加温する。本実施形態では、被洗浄物を12槽に充たされた、水温 40°C 、比抵抗 $0.5\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 、 $0.3\mu\text{m}$ 径の粒子数が $100\text{個}/\text{ml}$ 以下の純水に浸漬することにより行われる。

【0033】本工程において、純水の比抵抗は $0.5\sim 5.0\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ の範囲が望ましい。純水の比抵抗値が $0.5\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ を下回ると、表面にイオン残差が残りガラス表面に施されるコートの信頼性が確保できない。

逆に使用する純水の比抵抗値が $5.0\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ を上回

ると、ガラス表面に対するケミカルアタックが強くなり、潜傷が増加してしまう。このように、比抵抗が0.5～5.0MΩ・cmを越えると、いずれも目的とする光学表面が得られなくなってしまう。また、この比抵抗の範囲のうち、0.5MΩ・cm近傍が最も好ましい。純水の比抵抗を0.5MΩ・cmに設定することにより、被洗浄物の表面に対するケミカルアタックを軽減させることができ、潜傷を発生させにくくすることができる。

【0034】また、純水の温度は40～80℃であればよく、特に、略40℃が最も好ましい。水温を略40℃に設定することにより、ケミカルアタックを緩和する効果が顕著となる。また、水温を略40℃に設定することにより、温純水用ヒータの電力を、水温が80℃の場合と比較して約1/2に削減することができる。

【0035】さらに、0.3μm径の粒子数を100個/ml以下とすることにより、最終的な乾燥状態で、被洗浄物の表面の汚れや、シミ、ヤケを極力排除して、洗浄が達成される。

【0036】g. 引き上げ工程

本工程は、上記の工程で使用された純水から被洗浄物を引き上げる工程である。前記f. 温純水浸漬工程にて保*

表1 純水の比抵抗値と潜傷との関係

(屈折率=1.75, 分散=35.13: 引き上げ温度=40℃固定)

比抵抗値	45 秒	90 秒	135 秒
10MΩ・cm	△	△	×
3MΩ・cm	○	△	×
0.5MΩ・cm	○	○	○

○ 潜傷良好

△ 潜傷限界

× 不良

【0041】本表は、純水の比抵抗値と潜傷の関係を示したものである。洗浄に用いられるガラス材は、屈折率=1.75、分散=35.13である。引き上げ温度は40℃固定である。純水の比抵抗値が10.0MΩ・cmの時は、洗浄時間が45秒と90秒で潜傷限界が得られるだけである。純水の比抵抗値が3.0MΩ・cmの時は、洗浄時間が90秒において潜傷限界、洗浄時間※

*持されている温度で、均一に液切りが可能な速度で引き上げる。

【0037】h. 乾燥工程

本工程は、上記温純水から引き上げられた被洗浄物及び被洗浄物を保持する治具に残っている水分を蒸発させる工程である。本工程は、13槽の加温ゾーン(略60℃)、14槽の温風ゾーン(略80℃)、15槽の冷却ゾーン(略60℃)からなる。本実施形態のように、13槽に示される加温ゾーン(略60℃)を設けることにより、被洗浄物の急激な温度上昇を防ぐことができ、被洗浄物の破損を防ぐことができる。

【0038】以上、詳細に説明したように、本実施形態の場合、使用される純水の比抵抗は、すべて0.5～5.0MΩ・cmの範囲である。したがって、比抵抗が10MΩ・cm以上の純水を使用する場合と比較して、純水の製造コストを大幅に削減(約1/2)することができる。

【0039】

【実施例】以下、本発明による洗浄方法の実施例を示す。

【0040】

【表1】

※が45秒において潜傷良好な表面が得られている。そして、純水の比抵抗値が0.5MΩ・cmの時は、洗浄時間を45、90、135秒としても、潜傷良好な表面を得ることができる。135秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0042】

【表2】

表2 純水の比抵抗値と外観との関係

(屈折率=1.75、分散=25、13:引き上げ温度=40度固定)

比抵抗値	30 秒	45 秒	90 秒	135 秒
10MΩ・cm	△	△	△	×
3MΩ・cm	△	○	△	×
0.5MΩ・cm	△	○	○	○
0.2MΩ・cm	△	△	△	△

○ 外観良好

△ 外観限界

× 外観不良

【0043】本表は、純水の比抵抗値と外観の関係を示したものである。表2以外の領域すなわち、洗浄時間を30秒以下とした時は外観限界となってしまう。また、比抵抗値が0.2MΩ・cmの時も外観限界となってしまう。

*まう。135秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0044】

【表3】

表3 純水の比抵抗値と潜傷との関係

(屈折率=1.49、分散=83.5:引き上げ温度=40度固定)

比抵抗値	45 秒	90 秒	135 秒
10MΩ・cm	×	×	×
3MΩ・cm	△	×	×
0.5MΩ・cm	○	○	○

○ 潜傷良好

△ 潜傷限界

× 不良

【0045】本表は、純水の比抵抗値と潜傷の関係を示したものである。洗浄に用いられるガラス材は、屈折率=1.49、分散=83.5である。引き上げ温度は40°C固定である。純水の比抵抗値が10.0MΩ・cmの時、外観不良となってしまう。純水の比抵抗値が3.0MΩ・cmの時、洗浄時間が45秒で潜傷限界※

※である。そして、純水の比抵抗値が0.5MΩ・cmの時、洗浄時間を45、90、135秒としても、潜傷良好な表面が得ることができる。135秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0046】

【表4】

表4 純水の比抵抗値と外観との関係

(屈折率=1.49、分散=83.5:引き上げ温度=40度固定)

比抵抗値	30 秒	45 秒	90 秒	135 秒
10MΩ・cm	△	×	×	×
3MΩ・cm	△	△	×	×
0.5MΩ・cm	△	○	○	○
0.2MΩ・cm	△	△	△	△

○ 外観良好

△ 外観限界

× 外観不良

【0047】本表は、純水の比抵抗値と外観の関係を示したものである。表4以外の領域すなわち、洗浄時間を30秒以下とした時は外観限界となってしまう。また、比抵抗値が0.2MΩ・cmの時も外観限界となってしまう。

★まう。135秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0048】

【表5】

表5 純水の温度と潜傷との関係

(屈折率=1.75, 分散=35.13:比抵抗値0.5MΩ・cm測定)

温度	45秒	90秒	135秒
40度	○	○	○
50度	○	○	△
60度	○	△	×
70度	△	△	×
80度	△	×	×

○ 潜傷良好

△ 潜傷限界

× 不良

【0049】本表は、純水の温度と潜傷の関係を示したものである。洗浄に用いられる硝材は、屈折率=1.75、分散=35.13である。比抵抗値は0.5MΩ・cmである。純水の温度が80°Cの時は、洗浄時間が45秒のときのみ潜傷限界が得られている。純水の温度が70°Cの時は、洗浄時間が45秒と90秒においてのみ、潜傷限界が得られている。純水の温度が60°Cの時は、洗浄時間が90秒で潜傷限界、45秒で潜傷良*

* 好な表面が得られている。純水の温度が50°Cの時は、洗浄時間が135秒で潜傷限界、45秒と90秒で潜傷良好な表面が得られている。そして、純水の温度が40°Cの時は、洗浄時間を45、90、135秒としても、潜傷良好な表面が得られている。135秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0050】

【表6】

表6 純水の温度と外観との関係

(屈折率=1.76, 分散=35.13:比抵抗値0.5MΩ・cm測定)

温度	30秒	45秒	90秒	135秒
30度	△	△	△	△
40度	△	○	○	○
50度	△	○	○	△
60度	△	○	△	×
70度	△	△	△	×
80度	△	△	×	×

○ 外観良好

△ 外観限界

× 外観不良

【0051】本表は、純水の温度と外観の関係を示したものである。表6以外の領域すなわち、洗浄時間を30秒以下とした時は外観限界となってしまう。また、純水の温度が30°Cの時も外観限界となってしまう。13※40

※5秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0052】

【表7】

表7 純水の温度と潜傷との関係

(屈折率=1.49、分散=83.5、比抵抗値0.5MΩ・cm程度)

温度	45秒	90秒	135秒
40度	○	△	△
50度	○	△	×
60度	○	△	×
70度	△	×	×
80度	×	×	×

○ 潜傷良好

△ 潜傷限界

× 不良

【0053】本表は、純水の温度と潜傷の関係を示したものである。洗浄に用いられる硝材は、屈折率=1.49、分散=83.5である。比抵抗値は0.5MΩ・cmである。純水の温度が80°Cの時は、外観不良となってしまう。純水の温度が70°Cの時は、洗浄時間が45秒においてのみ、潜傷限界が得られている。純水の温度が60°Cの時は、洗浄時間が90秒で潜傷限界、45秒で潜傷良好な表面が得られている。純水の温度が*

*50°Cの時は、洗浄時間が90秒で潜傷限界、45秒で潜傷良好な表面が得られている。そして、純水の温度が40°Cの時は、90秒と135秒で潜傷限界、45秒で潜傷良好な表面が得られている。135秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0054】

【表8】

表8 純水の温度と外観との関係

(屈折率=1.49、分散=83.5、比抵抗値0.5MΩ・cm程度)

温度	30秒	45秒	90秒	135秒
30度	△	△	△	△
40度	△	○	△	△
50度	△	○	△	×
60度	△	○	△	×
70度	△	△	×	×
80度	△	×	×	×

○ 外観良好

△ 外観限界

× 外観不良

【0055】本表は、純水の温度と外観の関係を示したものである。表8以外の領域すなわち、洗浄時間を30秒以下とした時は外観限界となってしまう。また、純水の温度が30°Cの時も外観限界となってしまう。135秒を越えると、時間がかかりすぎているので実用的でない。

【0056】

【発明の効果】本発明方法によると、化学的ダメージ（潜傷）を緩和または極力排除することができる。さら 40 に良好な外観を得ることが出来る。同時に、純水製造コ※

※ストを低減（約1/2）することができる。さらに、温純水ヒータの電力を削減（1/2）することができる。さらに、最終的な乾燥状態で、被洗浄物の表面に汚れや、シミ、ヤケのない洗浄が達成される。

【図面の簡単な説明】

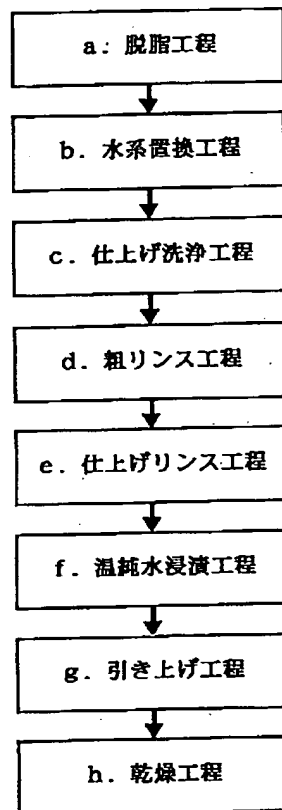
【図1】洗浄方法を示すフローチャート

【図2】本発明の洗浄方法処理槽の模式図

【符号の説明】

12：温純水槽（温純水浸漬工程に使用される）

【図1】



【図2】

